

Résumés des communications  
présentées aux journées de travail de la  
**SOCIÉTÉ PHYCOLOGIQUE DE FRANCE**  
(27 et 28 mars 1992)

C. BILLARD (Laboratoire de Biologie et Biotechnologie marines (Phycologie),  
Université de Caen, 14032 Caen Cedex).

*Fibrocapsa japonica* Toriumi et Takano (Raphidophyceae), algue planctonique  
nouvelle pour les côtes de France.

Dans le cadre du Programme National "Efflorescences algales marines",  
un suivi de la flore phytoplanctonique estivale est réalisé depuis plus de deux  
ans à Caen dans un secteur sensible des côtes normandes (Calvados). L'accent  
est mis plus particulièrement sur la surveillance des phytoflagellés (i. e. hormis  
les Dinoflagellés) à potentialités néfastes. Ceux-ci, en nombre restreint jusqu'ici,  
se répartissent dans 3 classes différentes dont celle des Raphidophyceae (ou  
Chloromonadophyceae).

Cette petite classe d'algues planctoniques dont les caractères originaux  
seront rappelés, ne renferme que 4 genres strictement marins, avec une seule  
espèce actuellement connue en France, *Chattonella subsalsa* Biechefer, respon-  
sable d'eaux rouges en 1961 dans la baie de Villefranche-sur-mer. L'existence  
d'une deuxième espèce, *Fibrocapsa japonica* est rapportée. Identifiée en petites  
quantités dans le plancton de Luc-sur-mer au mois d'octobre 1991, cette espèce  
décrite du Japon en 1973 n'a encore jamais été observée, à notre connaissance,  
sur les côtes européennes. En dehors du Japon, elle n'a été signalée que sur les  
côtes américaines, au sud de la Californie (1977), côté Pacifique, et dans le  
Rhode Island (1985), côté Atlantique.

Plusieurs Raphidophyceae marines étant reconnues ichthyotoxiques, *F.*  
*japonica* est considérée comme potentiellement nuisible. D'autres espèces à re-  
chercher sur les côtes de la Manche seront évoquées.

Aucun élément ne permet de savoir s'il s'agit d'une introduction récente  
ou d'une espèce restée ignorée en raison de son mode de vie particulier. Il sera  
rappelé par ailleurs que vu la fragilité de leurs cellules, la reconnaissance des  
Raphidophyceae dans les prélèvements fixés est pratiquement impossible. D'où  
l'intérêt d'un inventaire systématique de la flore planctonique telle que nous le  
pratiquons, c'est-à-dire exclusivement sur du matériel vivant.

Charles F. BOUDOURESQUE<sup>1</sup>, Alexandre MEINESZ<sup>2</sup>, Marc VERLAQUE<sup>1</sup>  
and Michèle KNOEPIFLER-PEGUY<sup>3</sup> (1. LBMFB, Faculté des Sciences de  
Luminy, 13288 Marseille Cedex 9, France. 2. Laboratoire Environnement Marin  
Littoral, Faculté des Sciences de Nice, 06034 Nice Cedex, France. 3. Laboratoire  
Arago, Université de Paris 6, 66650 Banyuls-sur-Mer, France).

**The expansion of the tropical alga *Caulerpa taxifolia* (Chlorophyta) in the Medi-  
terranean.**

The Chlorophyta *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh has a pantropical distribution (Venezuela, Antilles, Brazil, Gulf of Guinea, Red Sea, Tanzania, Kenya, Madagascar, Pakistan, Ceylon, Indonesia, Philippines, Vietnam, Hawaii, Australia, etc.). Since 1980, in Europe, it has been used for decoration in numerous tropical aquaria. In 1989 one of us observed *C. taxifolia* in the sea at Monaco, where it had already formed extensive populations; according to different witnesses, its acclimation occurred in 1984. The expansion of *C. taxifolia* is rapid: between 1990 and 1991, the identified surface area has increased 3-5 (10) times. The area occupied by *C. taxifolia* in 1991 was estimated as 30 ha. Supposing that the occupied surface in 1984 was about 1m<sup>2</sup>, the annual rate of progression can be argued to be in the order of 6.1.

At present, the major part of the *C. taxifolia* prairies are found between Nice and Menton (Alpes-Maritimes). Other locations have been identified towards the west: Agay, Antheor, Le Lavandou, Anse Méjean at Toulon, Saint-Cyr (Var), Saint Cyprien (Pyrénées-Orientales); their surface area is still slight: 3-5 m<sup>2</sup> (Saint-Cyprien) to about 50 m<sup>2</sup> (Toulon).

The characteristics of *C. taxifolia* prairies in the region of Nice are worrying. (i) The alga is much more robust than in tropical seas: the blades can measure 20-40 (62) cm in height, instead of less than 2-15 (25) cm in tropical seas. (ii) The populations are very dense (up to 8225 blades and 244 m of stolon per m<sup>2</sup>) and appear to replace the indigenous infralittoral communities between 5 and 15 (35) m of depth; all substrate types can be colonised (sand, mud, rock); even the prairie of *Posulonia oceanica* (Linnaeus) Deile (marine Phanerogame) can be invaded by *C. taxifolia*. (iii) The replacement of indigenous communities by the *C. taxifolia* prairie generally results in an impoverishment of the flora and fauna (Tabl. I). (iv) *Caulerpa taxifolia* contains, at least in summer and autumn, toxic substances (caulerpenyne in particular); this is without doubt the reason why it has very few consumers. In food choice experiments where the urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck) is confronted with *C. taxifolia* and a mediterranean alga, it always chooses the mediterranean alga, even if it is a case of alga which are generally "avoided" such as *Sphaerococcus coronopifolius* Stackhouse, *Gelidium latifolium* (Greville) Bornet ex Bornet et Thuret or *Asparagopsis armata* Harvey. In the presence of only *C. taxifolia*, the urchin *Paracentrotus lividus* starves (daily food intake 8 to 170 times less than that of controls fed with *Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy) and dies at the end of 15 weeks.

*Caulerpa taxifolia* is not the first species accidentally introduced into the Mediterranean; it is possible to cite in particular the Chlorophyta *Codium fragile* (Suringar) Hariot, the Fucophyceae *Colpomenia peregrina* (Sauvageau) Hamel, *Udaria pinnatifida* (Harvey) Suringar, *Laminaria japonica* Areschoug and *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, the Rhodophyta *Asparagopsis armata* Harvey, *Acrothamnion preisii* (Sonder) Wollaston and *Chrysmenia wrightii* (Harvey) Yamada. Of all these species, however, *C. taxifolia* is the only species which possesses all of the following characteristics: perennial species, absence of a seasonal resting stage, capacity to occupy multiple ecological niches, construc-

tion of very dense populations, toxicity, absence or rarity of consumers, high propagation capacity.

The acclimation of *C. taxifolia* in the region of Nice, in waters which have recorded winter minima of between 11° and 13°C from 1984 to 1991, is surprising and may suggest that the stock which is colonising the Mediterranean has different characteristics from those of the tropical regions of origin.

Natural regulation may occur, for example due to the intervention of predators. It is not rare, in effect, that introduced species, after an initial phase of expansion and proliferation, see their exuberance curbed. Data contained in the literature show that this regulation, when it arises, may take place over several years or even several decades after the introduction. For the moment, it is not possible to know whether such a regulation will occur in the case of *C. taxifolia*, the time span required or whether the species expansion will continue.

Parameter	Reference Population	<i>C. taxifolia</i> Prairie	Comparison (Ratio)
Algae: number of species at R > 0.5%	35	9	4:1
Algae: Rt encrusting species	61%	48%	1.3:1
Algae: Rt erect species	238%	0.5%	476:1
Algae: Rt filamentous and epiphytic species	66%	2%	33:1
Algae: biomass (dry weight, decalcified)	55g	6g	9:1
Crustacea: number of individuals	313	51	6:1
Mollusca: number of individuals	145	53	3:1
Annelida: number of individuals	617	196	3:1

Tabl. 1: Comparison between the fauna and flora (*C. taxifolia* excluded) of a *C. taxifolia* prairie and ■ reference population. Baie de Roquebrune Cap-Martin (Alpes-Maritimes), - 6m. March 1992. Preliminary results from sampled subhorizontal surfaces of 400 cm<sup>2</sup>. R = Cover, percentage of the surface covered in vertical projection. Rt = Sum of the cover of the species present.

H. HÉDOIN et A. COUTÉ (Muséum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire de Cryptogamie, 12 rue Buffon - 75005 Paris).

### Le nanoplancton marin de Kerguelen: premier inventaire.

Les auteurs présentent un inventaire du nanoplancton (organismes dont la taille est comprise entre 2 et 20 µm) réalisé à partir d'échantillons prélevés au cours de l'année 1989, dans le golfe du Morbihan, situé dans l'archipel des Kerguelen. L'étude a été effectuée à l'aide du microscope électronique à balayage.

L'archipel se situe dans une zone où les fronts subtropical et subantarctique sont juxtaposés. Leurs fluctuations en latitude laissent les îles Kerguelen dans des eaux à caractère subtropical ou antarctique, selon la saison. De plus, le golfe étant isolé de l'océan par une passe étroite et peu profonde, les conditions physico-chimiques de ses eaux sont plus variables que celles trouvées au large.

Ces différentes caractéristiques se traduisent sur les peuplements nanoplanctoniques par la présence d'espèces à affinité hémisphérique. D'autre part, en hiver, on note une remontée vers le Nord de taxons connus seulement de l'Antarctique, alors qu'en été apparaissent des espèces toujours répertoriées à des latitudes plus faibles dans l'hémisphère sud.

Trente-trois taxons appartenant aux protophytes et aux protozoaires ont pu être identifiés.

G. LEVAVASSEUR (Station Biologique, UPR CNRS 4601, 29680 Roscoff).

#### La notion de photoinhibition chez les grandes algues marines.

La photoinhibition intervient chez tout organisme photosynthétique dès que la quantité d'énergie lumineuse absorbée par les chlorophylles excède ce qui peut être utilisé par les centres réactionnels. Jusqu'à ces dernières années, les études portant sur la photoinhibition des grandes algues marines étaient rares. L'adaptation récente de nouvelles techniques d'analyse (mesures de rendement quantique, de rendement de fluorescence...) à l'étude de ces végétaux a permis des progrès significatifs.

Au cours de cet exposé, nous aborderons les résultats obtenus lors d'un programme "NSF" sur la photoinhibition et les conditions de vie des algues macrophytes. La plupart des expérimentations ont été réalisées sur un clone d'*Ulva rotundata* cultivé soit sous conditions contrôlées au laboratoire, soit sous conditions naturelles en extérieur.

Nous examinerons dans un premier temps les effets de stress de courte durée sous conditions contrôlées afin de caractériser les mécanismes de la photoinhibition du modèle "Uve" (variations concomitantes des rendements quantiques (quantum yield) et de fluorescence, cycle des xanthophylles, notions de photoprotection et de photodommage...).

Ensuite, seront développés quelques résultats d'expériences portant sur des transferts de plus longue durée (quelques jours) sous forte lumière, qui permettent de faire la distinction entre photoinhibition et photoacclimatation. L'exemple de la disponibilité en azote montre que les capacités photoprotectrices sont elles-mêmes tributaires des paramètres extérieurs tels que ceux de l'environnement, lumière de croissance, température, apport azoté, concentration en carbone inorganique, moment de la journée... tous ces facteurs, entre autres, influent sur le statut photochimique des thalles considérés.

Ces résultats soulignent les possibles ramifications de la photoinhibition et ses régulations en océanographie biologique. Trois classes de réponses peuvent être considérées: 1) Performance: la productivité primaire des grandes algues marines intertidales, et de hauts niveaux, peut être réduite par photoinhibition. 2) Tolérance: Une photoinhibition chronique peut déterminer la limite bathymétrique supérieure de répartition de certaines algues. 3) Interactions: la température et la nutrition peuvent modifier à la fois la performance et la tolérance en respect de la lumière, déterminant ainsi la présence ou l'absence d'espèces en fonction de la profondeur et des saisons.

F. MAGNE (Laboratoire de Biologie Végétale Marine, 7 Quai Saint Bernard, 75230 Paris Cedex 05).

#### *Goniotrichopsis* (Rhodophyceae) en Europe.

Ce genre, représenté par la seule espèce *G. sublittoralis* Smith, n'était jusqu'ici connu que des côtes nord-américaines du Pacifique. *G. sublittoralis* a été retrouvé dans la Manche (Roscoff) et la Méditerranée (Majorque) et entrete- nu en culture. Les caractères observés chez les plantes européennes de la nature et en culture sont étroitement semblables à ceux des plantes du Pacifique.

H. MICALÉF (Laboratoire de Biologie et Biotechnologie marines (Phycologie), Université de Caen, 14032 Caen Cedex).

#### Approche cytologique des problèmes ontogéniques posés par la culture expérimentale de *Laminaria digitata*: intérêt et difficulté.

La culture expérimentale des algues uni- et pluricellulaires est depuis longtemps déjà la méthode d'étude fondamentale de leurs cycles ontogéniques, sous les divers aspects morphologiques et physiologiques.

Plus récemment, l'esprit de cette méthode s'est quelque peu modifié avec l'essor de cultures à finalités appliquées, concernant certaines algues pluricellulaires d'intérêt économique, et visant à l'obtention rapide de biomasses importantes ainsi qu'à la création de variétés performantes. Le premier but recherché a naturellement conduit à privilégier l'exploration des facultés de multiplication végétative chez ces algues, au niveau de leurs différents compartiments histologiques, en contournant ou en modifiant (aposporie et/ou apogamie) le cycle "naturel"; le second but conduit notamment à tenter des hybridations, soit par la voie classique des croisements interspécifiques (voire intergénériques) à partir de gamètes, soit par celle (en cours d'extension) des fusions de cellules somatiques préalablement réduites à l'état de protoplastes.

De telles pratiques débouchent en fait sur diverses productions plus ou moins ouvertement atypiques, et dont l'interprétation biologique nécessite une analyse soignée de l'ontogénie (liliation) et de la morphologie (envisagée à tous les niveaux d'organisation) des formations obtenues, ainsi que de leurs niveaux relatifs de ploïdie.

Cette analyse indispensable ne va pas sans de sérieuses difficultés pratiques, dont quelques exemples qualitatifs et quantitatifs sont présentés à propos de *L. digitata*.

H. MICALÉF (Laboratoire de Biologie et Biotechnologie marines (Phycologie), Université de Caen, 14032 Caen Cedex).

#### Possibilités offertes par l'emploi du DAPI dans les études nucléaires relatives aux Ulvales.

L'emploi du DAPI (à  $5.10^{-7}$  dans un tampon citrate pH 4) sur des protoplastes d'Ulvales fixées par le paraformaldéhyde à 3% dans un tampon PBS (pH 7) additionné de  $CaCl_2$  et  $MgCl_2$ , pendant une nuit à 4°C, permet une mise en évidence rapide du noyau dans ses états interphasiques ou mitotiques.

En ce qui concerne le noyau interphasique, végétatif (position supravacuolaire) ou prémitotique (position infravacuolaire), le fluorochrome révèle la présence d'un chromosome hétérochromatique (cf. corps de Barr, par l'aspect) dans la région nucléaire contiguë à la sphère golgienne. Ce chromocentre particulier a été observé chez *Enteromorpha compressa* var. *intestinalis* et *Ulva* cf. *lactuca* (récoltées en Mai à Luc-sur-Mer). En ce qui concerne le noyau mitotique, observé chez *E. intestinalis*, le fluorochrome permet en particulier une bonne résolution des chromosomes individualisés en prémétaphase et leur numération sur les meilleures images. Dans tous les cas, les génoporteurs plastidaux sont généralement bien observables.

Rem. L'usage du tampon PBS (7) comme vecteur du fluorochrome ne modifie pas les résultats signalés.

Michel PENOT (Laboratoire de Physiologie Végétale, 6 avenue V. Le Gorgeu, 29287 Brest Cedex, France).

### Le transport à longue distance chez les grandes algues - Acquis et perspectives<sup>(1)</sup>.

Cette conférence se veut répondre à un double objectif: faire le point sur l'état actuel des connaissances dans le domaine de la physiologie des transports à longue distance chez les Algues et ouvrir quelques perspectives d'avenir: elle se base pour l'essentiel sur les résultats acquis avec les Algues brunes (Laminariales ou Fucales): elle veut aussi se situer dans un contexte de physiologie comparée prenant en considération les acquis récents obtenus chez les végétaux supérieurs.

L'étude des transports à longue distance procède d'une pluralité de méthodes et techniques. La première étape relève d'une bonne connaissance des structures et des ultrastructures de l'appareil conducteur. Si le tube criblé (= seive élément) présente beaucoup d'analogies avec celui des végétaux supérieurs (Schmitz, 1990), s'il participe, selon l'organe, à la mise en place d'un réseau de drainage et de redistribution plus ou moins complexe (Schmitz, 1984), il se caractérise aussi par l'absence de cellules-compagnes et par l'absence de P-protéines.

La deuxième technique qui conjugue harmonieusement utilisation de traceurs radioactifs et histoautoradiographie a permis à de nombreux auteurs d'attribuer au tube criblé jeune ou adulte un rôle actif dans le transport, rôle qu'il va perdre au cours du vieillissement puisque là encore des dépôts de callose viennent obturer les pores des cribles.

Le recours conjugué aux traceurs radioactifs, à la collecte des exsudats quand celle-ci est possible (cas du *Macrocystis*), à des techniques biochimiques, enzymatiques, etc., permet de donner les caractéristiques du transport à longue distance: nature des substances véhiculées, vitesses, taux, orientation... C'est ainsi que chez les Algues brunes (*Macrocystis*, *Laminaria*; Schmitz & Srivastava, 1979) on peut dire que le mannitol représente la fraction organique mobile la plus importante (65 à 74% du PS); la fraction acides-amines atteint 15%; la fraction minérale (15% également) se caractérise par la prédominance de l'ion  $K^+$  tandis que  $P_i$  représente la forme mobile du phosphore. Si on sait que cette "seve" véhicule aussi quelques oligoéléments nécessaires à la croissance (Manley, 1984) on n'a aucune donnée précise sur le transport et les formes de transport du S, lequel joue pourtant un rôle important dans les groupements  $-SO_3^-$  qui caractérisent de nombreux polysaccharides matriciels (fucoidanes ascophyllanes: Kloareg & Quatrano, 1988). Au-delà la présence en quantité importante d'ATP ( $\geq 1000 \mu g ml^{-1}$ ) traduit un métabolisme actif du tube-criblé: cela soulève la question du rôle non encore défini de ce nucléotide (participation d'une manière active à la charge de l'élément conducteur ou au transport à longue distance lui-même?).

Le transport à longue distance se caractérise encore par 2 paramètres plus ou moins étroitement associés,  $\tau$  (specific mass transfer) et vitesse (s). Indépendamment de ce qu'ils représentent en eux-mêmes, ces paramètres permettent de réfléchir et de discuter la nature des mécanismes (ou des composantes) mis en jeu: diverses hypothèses font toujours l'objet de discussion pour

(1) Résumé de la Conférence dédiée à la mémoire de Monsieur le Professeur Alexis MOYSE.

expliquer ces mouvements de nutriments (courant de masse ou diffusion: voir ci-après).

Le transport à longue distance apparaît aussi comme une migration de type *orienté*, c'est-à-dire qu'il obéit à la relation de type "source-sink" (Ho *et al.*, 1989). Sous le terme de "source" on distingue les lieux d'où sont issus les nutriments (méristoderme, lame, phylloïde); sous le terme d'organe receveur (= sink) on désigne les lieux qui se caractérisent, en fonction des processus de croissance ou de mise en réserve, par un abaissement du gradient de concentration (création d'un vide en aval, favorable au maintien des flux). La question qui se pose, une nouvelle fois, est celle de la régulation de ces flux. Certains pensent que c'est l'activité photosynthétique qui par la mise en place d'un gradient osmomotiquement actif est à l'origine d'un flux migratoire (mass-flow). Cela suppose un mouvement bidirectionnel et simultané du solvant et des solutés; cela suppose aussi que rien ne s'oppose à ce courant de masse qui doit franchir les pores des cribles. Si les pores sont obturés par du matériel cytoplasmique, la résistance est trop grande et seule une diffusion "activée" peut être compatible avec les données préalablement obtenues quant aux taux, aux vitesses, etc. L'"activation" de la diffusion peut se faire par l'intermédiaire de différents processus parmi lesquels: les mouvements interfaciaux, le courant cytoplasmique, la participation de protéines contractiles et enfin par le biais de transports actifs spécifiques à chaque pôle.

Là encore le débat reste ouvert. On peut concevoir que chaque organe joue un rôle actif: la charge des voies conductrices (= loading) qui commence à être bien comprise chez les végétaux supérieurs tant du point de vue des mécanismes (Delrot, 1987) que des voies (symplastique ou apoplastique: van Bel *et al.*, 1988; Patrick, 1990) est à peine étudiée chez les Algues. Le transfert du mannitol et des acides aminés vers le tube criblé est-il dans tous les cas de type symplastique ou implique-t-il une étape apoplastique avec processus de cotransport? Quel rôle joue à l'autre extrémité l'organe receveur? On sait que sa force attractive peut être diminuée en présence d'inhibiteurs métaboliques (Floch & Penot, 1981) mais quelle est l'origine de ce rôle actif? Y a-t-il, comme chez les végétaux supérieurs, un contrôle hormonal du transport des flux de nutriments (Suleiman *et al.*, 1990)? C'est donc à ce niveau toute la question de la nature des effecteurs capables de déclencher un flux de nutriments par une action sur la croissance, sur un processus de mise en réserve ou simplement sur le transport actif local.

Là encore si les deux voies de cheminement cellulaire sont possibles, simultanément ou indépendamment l'une de l'autre, selon l'espèce, selon l'organe, peu de travaux ont porté jusqu'à ce jour sur les 2 voies possibles impliquées dans la charge (entrée) ou la décharge (sortie) des voies conductrices. Pas mal de faits ou d'observations plaident en faveur d'un cheminement symplastique au niveau de la lame des Laminariales (Schmitz, 1984), mais la voie apoplastique a aussi pu être mise en évidence chez une Fucale (Pellegrini *et al.*, 1991); d'autres observations complémentaires devraient être menées sur l'étude de ces mécanismes fins.

Enfin quel rôle actif peut-on attribuer à la voie conductrice elle-même, dont on a dit qu'elle était riche en ATP? Fonctionne-t-elle en tant que système-relais entre les deux pôles source et receveur? La sensibilité à certains inhibiteurs métaboliques (Floch & Penot, 1978) appuie bien cette idée qu'elle participe activement au transport. Mais par quel biais s'effectue cette participation active? Par l'intermédiaire de protéines contractiles, d'un courant cytoplasmique qui, bien qu'il n'ait jamais été observé chez les Laminariales, est

une des composantes du transport à longue distance chez les Characées (Dale *et al.*, 1983). Enfin la richesse du tube criblé en  $K^+$  permet-elle d'envisager, comme chez les végétaux supérieurs, une participation active qui procéderait de l'électro-osmose ?

De nombreuses recherches complémentaires mériteraient donc d'être menées dans ces différentes directions, sur les relations ultrastructurales, sur la cytochimie fine, sur la biochimie du tube criblé, sur la nature des effecteurs capables de réguler les flux, pour arriver à une meilleure compréhension de cet aspect très particulier de la physiologie des (grandes) Algues.

## BIBLIOGRAPHIE

- DALE N., LUNN G. & FENSOM S., 1983 - Rates of axial transport of  $^{11}C$  and  $^{14}C$  in Characean cells: Faster than visible streaming ? *J. Exp. Bot.* 34(139): 130-143.
- DELROT S., 1987 - Phloem loading: apoplastic or symplastic ? *Plant Physiol. Biochem.* 25: 667-676.
- FLOCH J.Y. & PENOT M., 1978 - Influence de la cycloheximide sur le transport à longue distance du  $^{32}P$  chez *Laminaria digitata* (L.) Lamouroux. *Bot. Mar.* 21: 5-11.
- FLOCH J.Y. & PENOT M., 1981 - Translocation of  $^{32}P$  and  $^{86}Rb$  in some brown algae (*Laminaria digitata* and *Fucus vesiculosus*): influence of metabolism and sinks. In: FOGG G.E. & JONES W.E. (Eds), *Proceedings of the eighth international seaweed symposium*, Bangor, North Wales, August 1974, pp. 176-187.
- HO L.C., GRANGE R.I. & SHAW A.F., 1989 - Source sink regulation. In: BAKER D.A. & MILBURN J.A. (Eds), *Transport of photoassimilates*, J. Wiley & Sons, New York, pp. 306-343.
- KLOAREG B. & QUATRANO R.S., 1988 - Structure of the cell walls of marine algae and ecophysiological functions of the matrix polysaccharides. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 26: 259-315.
- MANLEY S.L., 1984 - Iron uptake and translocation by *Macrocystis pyrifera*. *Plant Physiol.* 68: 914-918.
- PATRICK J.M., 1990 - Sieve element unloading: cellular pathway, mechanism and control. *Physiol. Plant.* 78: 298-308.
- PELLEGRINI L., EPIARD-LAHAYE M. & PENOT M., 1991 - De l'utilisation du lanthane comme traceur de la voie apoplastique chez *Cystoseira nodicaulis* (Fucales, Cystoseiraceae). *Canad. J. Bot.* 69: 18-25.
- SCHMITZ K., 1984 - A cell system for symplastic transport of photoassimilate between meristoderm and sieve elements in *Alaria tenuifolia*. *Mar. Biol.* 78: 209-214.
- SCHMITZ K., 1990 - Algae. In: H.D. BEHNKE & R.D. SJOLUND (Eds), *Sieve elements. Comparative structure, Induction and Development*. Springer Verlag, ISBN 3-540-50783-3, pp. 1-18.
- SCHMITZ K. & SRIVASTAVA I.M., 1979 - Long distance transport in *Macrocystis integrifolia*. II. Tracer experiments with  $^{14}C$  and  $^{32}P$ . *Plant Physiol.* 63: 1003-1009.
- SULEIMAN S., HOURMANT A. & PENOT M., 1990 - Influence de l'acide abscissique sur le transport d'ions inorganiques chez la pomme de terre (*Solanum tuberosum* cv. Bintje). Etude comparée avec quelques autres phytohormones. *Biologia Plantarum* 32(2): 128-137.
- Van BEL A.J.E., Van KESTEREN W.J.P. & PAPENHUIZEN J., 1988 - Ultrastructural indications for coexistence of symplastic and apoplastic phloem loading in *Commelina benghalensis* leaves. *Planta* 176: 159-172.

D. PESANDO<sup>1</sup>, A.C. VISO<sup>1</sup>, J.C. MARTY<sup>2</sup> (1. INSERM U. 303, B.P. 3, 06230 Villefranche-sur-mer. 2. UA CNRS 353, B.P. 8, 06230 Villefranche-sur-mer).

**Constituants lipidiques de *Posidonia oceanica*, comparaison avec ceux des algues marines et des plantes terrestres.**

*P. oceanica* a été récoltée dans la baie de Villefranche/mer. Avant d'extraire les lipides, les échantillons sont lavés soigneusement pour les débarrasser des sédiments et des épiphytes. Les lipides sont extraits des différentes parties de la plante: feuille (base et partie verte) et rhizome par la méthode de Bligh & Dyer (chloroforme-méthanol-eau: 2 : 2 : 1,8 V/V/V). Chaque extrait lipidique est fractionné par flash-chromatographie sur gel de silice (Sep pak Millipore, Waters) en lipides neutres (chloroforme), glycolipides (acetone), phospholipides (méthanol). Les extraits et les différentes fractions sont ensuite soumis à une chromatographie sur plaque, ce qui permet de détecter leurs constituants lipidiques. La composition en acides gras des extraits bruts des feuilles, des rhizomes et de leurs lipides neutres, glycolipides et phospholipides sont analysés par chromatographie en phase gazeuse.

Nos résultats montrent que les feuilles (partie verte), sont riches en glycolipides qui sont impliqués dans la photosynthèse et que la base des feuilles (partie blanche) et les rhizomes ont la même composition avec une haute teneur en phospholipides.

Les acides gras majoritaires détectés dans les feuilles et les rhizomes sont C16: 0, C18 : 2w6, C18 : 3w3. C16 : 0 représente 20 à 30% des acides gras totaux. Des variations dans les rapports C18 : 2w6/C18 : w3 sont observées dans les deux parties de la feuille et dans les rhizomes. Ces deux acides gras contribuent pour plus de 50% des acides gras totaux. Nous avons observé que les glycolipides de la partie verte des feuilles sont enrichis en C18 : 3w3. Cet acide gras est connu pour être largement répandu dans les plantes supérieures et dans les organismes photosynthétiques. Il est produit essentiellement dans les chloroplastes.

La prédominance des  $\Delta 9$  isomères C16 : 1w7 et C18 : 1w9 sur les autres acides monoéniques et la présence d'acides gras à longues chaînes (C22 à C32) dans les lipides de cette phanérogame est caractéristique des plantes supérieures. Cette analogie est aussi confirmée par l'analyse de la composition en alcanes.

T.N.H. PHUNG<sup>1</sup>, A. COUTÉ<sup>2</sup>, P. BOURRELLY<sup>2</sup> (1. Faculté de Biologie et Chimie, Université de Cantho, Haugiang, Vietnam. 2. Muséum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire de Cryptogamie, 12 rue Buffon - 75005 Paris).

**Les Cyanophycées du Delta du Mekong.**

Les auteurs étudient les Cyanophycées d'eaux douce, saumâtre et acide-sulfatée du delta du Mekong, au Vietnam, pendant plusieurs années. 94 taxa dont 54 hétérocystes sont ainsi décrits. Parmi ceux-ci, une espèce et trois variétés sont nouvelles pour la science. Il s'agit de: *Tolypothrix hatienensis* (nov. sp.), *Hapalosiphon parvulus* var. *minor* (nov. var.), *Hapalosiphon welwitsekii* var. *vietnamensis* (nov. var.), *Anabaena variabilis* var. *vietnamensis* (nov. var.).

Plusieurs genres rares comme *Borzinema*, *Camptylonemopsis*, *Gettleria*, *Johannesbaptistia*, *Pulvinularia* et *Stauratomonema* sont également signalés.

Les zones dulçaquicoles et tout particulièrement les rizières sont plus riches, montrant une forte biomasse et une importante diversité spécifique des taxons fixateurs de l'azote atmosphérique.

Jean-Michel ROBERT (Laboratoire de Biologie marine (URA CNRS 1356), Faculté des Sciences et des Techniques, 2 rue de la Houssinière, 44072 Nantes Cedex 03).

***Haslea ostrearia* Simonsen: originalités métaboliques et applications<sup>(1)</sup>**

*Haslea ostrearia* Simonsen, anciennement appelée *Navicula ostrearia* Bory ou "Navicule bleue" est une diatomée pennée, lychopélagique, étroitement associée à une pratique ostréicole française bien connue, l'affinage et le "verdissement" des huîtres. En effet, cette diatomée est capable de synthétiser un pigment bleu-vert surnuméraire, hydrosoluble, appelé encore aujourd'hui la marennine. Ainsi, lorsqu'intervient une multiplication intensive de l'algue dans des bassins d'eau de mer appelés claires, la marennine produite par les cellules diffuse dans l'eau, se concentrant au niveau des branchies et palpes labiaux des huîtres immergées dans les bassins, leur conférant une couleur verte, d'où le nom de verdissement.

Devant l'originalité de ce phénomène unique dans le monde des diatomées, plusieurs études importantes ont jalonné notre siècle (Ranson, 1927; Moreau, 1970; Neuville, 1978; Robert, 1983). Pour notre part, nous avons tenté de fixer les bases biologiques fondamentales de la production de l'algue et de son pigment surnuméraire.

Une étude méticuleuse de l'écologie des claires et des eaux marines les alimentant a permis de décomposer ces écosystèmes en 3 compartiments: aquatique, benthique, épipélagique. Dans ces sous-ensembles, les diatomées sont dominantes: *Amphora hyalina*, *Amphiprora paludosa*, *Cylindrotheca closterium*, *Skeletonema costatum* et *Haslea ostrearia*. Celle-ci, dont la répartition géographique mondiale se situe entre les 38 et 58èmes parallèles de l'hémisphère nord présente, dans les bassins conchylicoles, des phases de production, stagnation, régression et dégradation sur lesquelles se greffe à tout moment la consommation par les huîtres; son apparition y est saisonnière (septembre à novembre, mars-avril).

Par l'association de méthodes expérimentales utilisées *in situ* et *in vitro*, il a pu être mis en évidence le rôle prépondérant de l'azote dans les processus de production d' *H. ostrearia*. L'azote minéral contrôle le plus souvent la fertilité des eaux des claires pour la diatomée. De plus, l'utilisation des formes ammoniacale et nitrique de l'élément est contrôlée par leurs teneurs respectives dans l'eau: la concentration en  $N-NH_4^+$ , subinhibitrice pour l'utilisation de  $N-NO_3^-$  est estimée à environ  $30 \mu M M.l^{-1}$ . L'azote organique dissous excrété par les huîtres constitue dans la claire une source azotée prépondérante lors des proliférations de l'algue; cette photomixotrophie a été confirmée en conditions axéniques, par culture sur divers composés azotés (asparagine, acide glutamique, guanine, ornithine, urée, etc...).

Par toutes les connaissances acquises *in situ* et *in vitro*, il est possible aujourd'hui de produire cette espèce en cultures non renouvelées, dans des bacs de 500 à 800 litres (I. Rouillard). L'obtention de pâte algale par centrifugation continue, permet de disposer de suffisamment de matériel biologique ( $120$  à  $140 g \text{ frais.m}^{-3}$ ) pour en extraire et purifier la marennine dont les premières études chimiques révèlent qu'il s'agit d'un polymère. Parallèlement, l'eau de culture colorée en bleu-vert par diffusion naturelle du pigment dans le milieu autorise le verdissement intensif d'huîtres en 10 heures, à une concentration optimale de  $400 \text{ kg.m}^{-3}$ .

(1) Cette communication est dédiée à la mémoire de Monsieur le Professeur A. MOYSE.

Si ces aspects plus appliqués des recherches peuvent apparaître séduisants à court terme, ils suscitent plutôt des connaissances fondamentales encore insuffisantes sur la biologie et la physiologie de la diatomée. C'est pourquoi, dans la recherche du déterminisme de production de la marennine par les cellules, l'étude de l'effet des facteurs de l'environnement sur le métabolisme de l'algue est actuellement entreprise. Ainsi, l'activité métabolique et la caractérisation des paramètres biochimiques *in vivo* liées aux conditions du milieu (température, salinité, éclairage, nature de la source en nutriments) et au stade de bleuissement des cellules, est abordée par analyse de l'activité estérasiqne d'échantillons placés dans des plaques de microtitration (C. Minier). La composition en lipides et acides gras est estimée dans des conditions variables d'environnement et par rapport au développement de la pigmentation bleue dans les cellules (C. Groth-Nard). L'effet des métaux-traces sur la croissance et le développement de la diatomée, est analysé par tests biologiques réalisés *in vitro*: il ressort par exemple d'une étude préalable que l'addition d'un mélange Fe + Mn stimule la croissance algale et permet d'atteindre des niveaux de biomasse supérieurs à ceux atteints dans les mêmes conditions trophiques mais sans apport de ces métaux (C. Moreau).

Le verdissement des huîtres en France constitue donc une spécificité historique de la région de Marennes-Oléron. Toutefois, les originalités métaboliques de l'algue (photomixotrophie pour l'azote, synthèse d'un pigment surnuméraire extraplastidial), responsables de cette spécificité, exigent encore plus de recherches fondamentales pour une meilleure connaissance biologique de cette diatomée si particulière.

#### Références

Les noms cités sont ceux d'étudiants de 3ème cycle travaillant au laboratoire sur les thèmes succinctement décrits.

- MOREAU J., 1970 - Contribution aux recherches écologiques sur les claires à huîtres du bassin de Marennes-Oléron. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 34: 380-462.
- NEUVILLE D., 1978 - *Les diatomées des claires ostréicoles. Contribution des techniques de culture in vitro à l'étude de leur biologie*. Thèse Doct. Etat, Univ. Poitiers, 279 p.
- RANSON G., 1927 - L'absorption de matières organiques dissoutes par la surface extérieure du corps chez les animaux aquatiques. *Ann. Inst. Oceanogr.*, 4: 49-174.
- ROBERT I.-M., 1983 - *Fertilité des eaux des claires ostréicoles et verdissement. utilisation de l'azote par les Diatomées dominantes*. Thèse Doct. Etat, Univ. Nantes, 281 p. + annexes.

M. SALAZAR, A. RAMOS et M. MONROY (Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Depto. de Biotecnología, Apdo. Postal 55-535. C.P. 09340. Mexico, D.F. Mexique. - Adresse actuelle: Laboratoire de Biologie Marine Fondamentale et Appliquée, Case 901, 13288 Marseille Cedex 9).

#### Utilisation des microalgues dans le traitement d'eaux résiduaires domestiques.

Les microalgues sont des organismes photosynthétiques, qui représentent un système très efficace pour la bioconversion de l'énergie solaire en molécules qui peuvent être utilisables. Actuellement les cultures de microalgues ont été utilisées dans le traitement des différents effluents de type industriel, agricole, domestique, etc., puisque ces déchets liquides sont en milieu adéquat qui permettent une bonne croissance due à la tolérance des microalgues pour des concentrations élevées de nourriture.

Le groupe de microbiologie de l'environnement de l'Université Autonome Métropolitaine à Mexico, a développé une usine semi-pilote de traitements

des eaux résiduaires. Dans ce travail on présente les résultats obtenus pour le traitement biologique en utilisant des microalgues de l'espèce *Chlorella pyrenoidosa* Chick. A la suite d'un bon développement des populations de microalgues ( $218 \times 10^6$  cel ml<sup>-1</sup>) nous avons obtenu des pourcentages élevés de réduction pour le phosphate inorganique (40-70%), l'ammonium (40-80%), ce qui représente un avantage important dans le traitement des eaux pour en améliorer la qualité.

R. VALLS<sup>1</sup>, L. PIOVETTI<sup>2</sup>, A. ZERZOUF<sup>3</sup>, L. SLEMMAK<sup>3</sup> et G. PEIFFER<sup>1</sup>  
 (1. Université Aix-Marseille 3, Laboratoire des Organo-Phosphorés, 13397 Marseille. 2. Université de Toulon, Laboratoire de Recherche de Chimie Marine des Organo-Métalliques, 83957 La Garde. 3. E.N.S. Département de Chimie, Rabat, Maroc).

#### Variation des extraits éthérés: étude de *Bifurcaria bifurcata*.

Nous avons étudié l'extrait éthéré de *Bifurcaria bifurcata* Ross récolté sur les côtes atlantiques marocaines de Rabat à Agadir de 1982 à 1986 (77 stations) et par la suite sur les côtes bretonnes de 1987 à 1991 (5 stations). Après la mise au point et la comparaison de techniques d'extraction, nous proposons un dosage des diterpènes par chromatographie liquide haute performance (C.L.H.P.) avec la méthode de l'étalonnage interne.

Nous avons mis en évidence l'existence de plusieurs types d'extraits contenant au total six diterpènes linéaires. On constate que l'extrait éthéré présente une variation qui n'est pas de type saisonnier mais géographique, c'est-à-dire que la composition est stable sur des zones géographiques plus ou moins larges. Sans apporter une explication exhaustive aux causes de cette variation on peut penser que la somme de tous les phénomènes climatiques et hydrologiques conduit à une succession de zones le long de la côte marocaine. Comme *B. bifurcata* est présent sur tout le littoral il est amené à s'adapter et on peut supposer que la fraction diterpénique est le reflet de cette adaptation.

Ce phénomène de variation est généralisé et appliqué au genre *Cystoseira*. En effet celui-ci a été très étudié et montre des variations de la composition soit de type saisonnier ou géographique (*C. stricta* Sauvageau), soit lié à une différence de variété (*C. stricta* Sauvageau/*C. stricta* var. *amantacea* Giaccone), soit encore à une adaptation de l'algue à son environnement (*C. elegans* Sauvageau).

L'étude de la variation de la composition permet d'aborder la chimiotaxonomie et de proposer des groupes de *Cystoseira* semblables à ceux définis par les biologistes G. Giaccone ou M. Roberts, elle permet aussi de montrer l'existence d'espèces hybrides et enfin elle permet de penser que bien des composés sont encore à isoler et à identifier dans les *Cystoseira*.